

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-259548

(43)Date of publication of application : 09.10.1995

(51)Int.Cl.

F01N 5/02

F01K 23/10

F01K 25/10

F02F 1/18

(21)Application number : 06-074375

(71)Applicant : KAWARAI TAKEO

(22)Date of filing : 19.03.1994

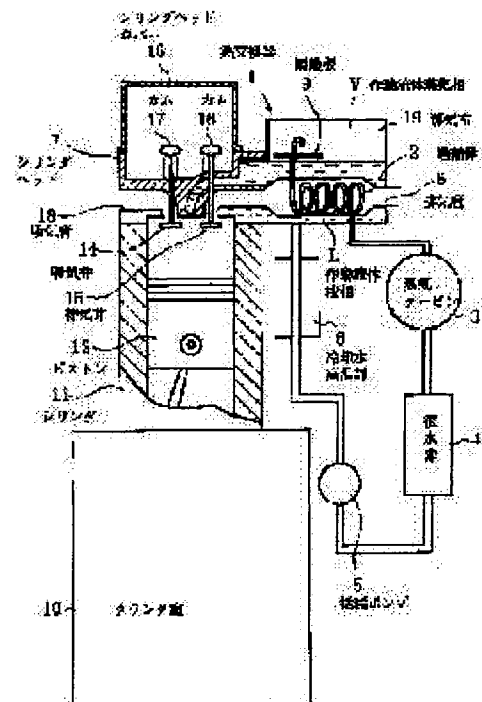
(72)Inventor : KAWARAI TAKEO

## (54) EXHAUST HEAT RECOVERY STEAM DRIVING ACTUATOR SYSTEM

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To make improvements in energy efficiency by recovering a high heating value inherent in the exhaust gas of an internal combustion engine in a highly efficient manner, and utilizing it effectively.

**CONSTITUTION:** Exhaust heat out of an internal combustion engine is recovered by a working fluid through a heat exchanger 1 set up in and around a cylinder head 7 which holds it at the highest temperature, and it is further heated by the superheater 2, driving a steam turbine 3 by the working fluid turned to superheated steam, and thus it is utilized as a power source for proper load. In addition, gas-liquid conversion is carried out via a condenser 4, and thus it is used as a closed system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

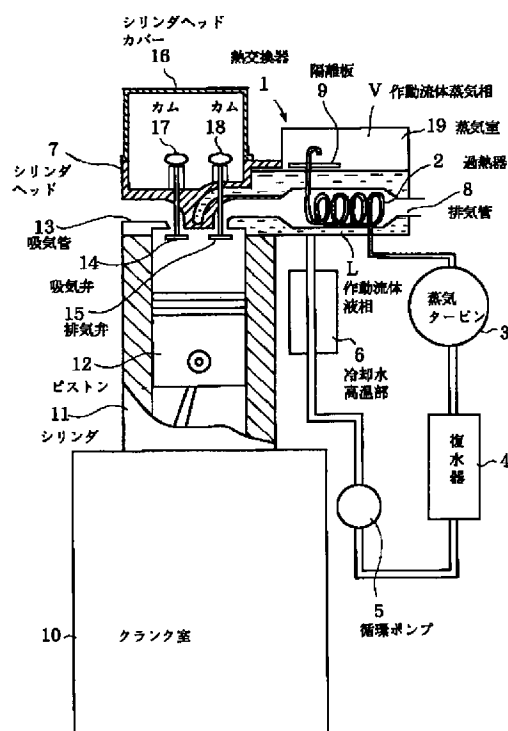
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)10月9日



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気ガスの保有熱量によって作動流体を加熱し蒸発させるために、内燃機関のシリンダ頭頂部付近に配設された熱交換器であって、発生した飽和蒸気を再加熱する過熱器を備えた熱交換器と、

上記過熱器の出力から得られる過熱蒸気により駆動され、動力を発生する蒸気駆動アクチュエータと、  
該蒸気駆動アクチュエータの排気側に連結され、作動流体の蒸気を作動流体液に変換するための復水器と、  
該復水器によって得られた作動流体液を前記熱交換器に復帰させるための循環ポンプとで構成した排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステム。

【請求項 2】 前記蒸気駆動アクチュエータとして、前記過熱器の出力から得られる過熱蒸気により回転させられ、動力を発生する蒸気タービンを採用した請求項 1 の排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステム。

【請求項 3】 前記過熱器を、前記熱交換器内を通過する内燃機関の排気管内に配したスパイラル状パイプに構成した請求項 1 の排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、各種内燃機関における排気ガスの保有する熱量を回収し、総合エネルギー効率を改善するための排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムに関する。

【0002】 自動車、軌道車等の陸上運輸機関、船舶等に搭載される動力源を始め、陸上での動力源としては、ガソリン機関やディーゼル機関に代表される内燃機関が未だ主役となっている。

【0003】 このような内燃機関では、その殆ど全てを輸入に頼る石油類を燃料とするものである。このような石油類は、価格の点で貴重であるばかりでなく、地球上の石油資源そのものが有限であり、可能な限り節約すべき要請がある。

## 【0004】

【従来の技術】 現在実用化されている内燃機関の総合熱効率は 30% 程度であり、日夜厳しい研究開発を重ねているにも拘らずこのような上限値を超えることはできない。したがって燃料保有エネルギーの 1/2 以上は、熱や音に代表される損失となって浪費されている。特に高温のまま排出される排気ガスには多量の熱量が含まれており、この未利用エネルギーを活用しない限り、総合熱効率の飛躍的向上は達成できない。

【0005】 このような排気熱エネルギーを有効利用するために、大型の発電用内燃機関にあっては、いわゆるコージェネレーションシステムとして電気エネルギーに加えて排熱エネルギー回収を行なう熱電併給方式が採用されつつある。しかし回収エネルギーが熱の形態であることから、蒸気又は温水等の用途がなければ利用するこ

とができず、大型内燃機関でなければ技術的及び経済的にも成立しないとされている。したがって車両や船舶等に搭載されている中小型内燃機関に適用することはできず、せいぜい、冬季の暖房の目的で利用されている程度に過ぎない。

【0006】 内燃機関の排気熱エネルギーを積極的に利用する技術として、本件出願人の提案した発明（特願平 4-352656 号、特願平 4-360274 号、特願平 5-119008 号…いずれもまだ現時点では公知とはなっていない。）がある。これらの発明は、内燃機関の排気熱を利用して蒸気を発生させる熱交換器を設け、発生した蒸気によってタービンを駆動するものである。このようにして得られたタービンの動力について、例えば、従来内燃機関本体により得ていた動力の一部を代替する等の利用をするものである。

【0007】 ここで得られる動力は、従来完全に大気に放出されていた熱エネルギーの回収を図るものであり、有意義であることは明かである。しかしこれらの発明では熱交換器の設置部位が内燃機関の排気管の最良部位に特定されておらず、排気温度の最も高い部位での高効率の熱エネルギーの回収が確保されているとは必ずしも云い難く、かつそのため排気管への設置部位によっては設置のために格別の配慮が必要になる、等の若干の欠点があった。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、前記の従来技術の問題点、及び未だ公知となっているとは云えない本件出願人の先行する技術の問題点を解消し、移動用内燃機関や中小型内燃機関であっても適用可能な排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムを提供することを解決の課題とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の構成の要旨とするところは、排気ガスの保有熱量によって作動流体を加熱し蒸発させるために、内燃機関のシリンダ頭頂部付近に配設された熱交換器であって、発生した飽和蒸気を再加熱する過熱器を備えた熱交換器と、上記過熱器の出力から得られる過熱蒸気により駆動され、動力を発生する蒸気駆動アクチュエータと、該蒸気駆動アクチュエータの排気側に連結され、作動流体の蒸気を作動流体液に変換するための復水器と、該復水器によって得られた作動流体液を前記熱交換器に復帰させるための循環ポンプとで構成した排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムであり、これによって前記課題を解決することができる。

【0010】 前記蒸気駆動アクチュエータとしては蒸気エネルギーを用いることのできる種々のそれを自由に採用することができる。例えば、前記過熱器の出力から得られる過熱蒸気により回転させられ、動力を発生する蒸気タービンを採用することができる。また前記過熱器

は、スパイラル状パイプに構成し、これを前記熱交換器内を通過する内燃機関の排気管内に配することとするのが適当である。

【0011】なお本発明は、陸上固定用、陸海上移動用の如何、また容量の如何を問わず多くの内燃機関に適用可能である。また、回収エネルギーも、前記のように、適当なアクチュエータを採用して適宜用途に活用することができる。

#### 【0012】

【作用】本発明の排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムは、熱交換器をシリンダ頭頂部付近に配したので、排気ガスが最も高い温度を保持している段階で、その熱量を授受することができる。そのため内燃機関に於ける燃料保有熱量の数10%にも及ぶ排気ガスの保有熱量を高効率で回収し得ることとなり、内燃機関の高効率化を達成し得ることとなる。即ち、内燃機関のまだ最も高い温度を保持している排気ガスは、熱交換器（ボイラ）に導かれることとなり、作動流体を加熱し高温の蒸気を容易に発生させる。

【0013】熱交換器は、前記したように、シリンダ頭頂部付近に配してあるので、高温の排気ガスによる熱エネルギーの授受の他に、高温に加熱されているシリンダ自体から直接熱交換器に伝わる熱エネルギーも作動流体の加熱に寄与することとなる。

【0014】このようにして発生された蒸気は、更に、排気弁の外側で排気温度の最も高い部分である排気管内に設置された過熱器を通過する間に過熱されて飽和蒸気から過熱蒸気に変化する。このようにして生成された過熱蒸気は、アクチュエータ、例えば、蒸気タービンに導かれて仕事をし、タービン主軸から回転動力を発生する。

【0015】このようにして蒸気タービン等のアクチュエータを作動させた排気は、気・液変換のための復水器に於いて蒸気から液体に変化せしめられる。この作動流体の液体は、熱交換器に戻される。本発明のシステムは、作動流体をクローズドシステムで使用する復水タービン等のアクチュエータを採用している。したがって、作動流体としては、水を使用することができるが、内燃機関の規模、用途、使用燃料、等に応じて、さらに沸点の低い流体を使用することもできる。

【0016】アクチュエータ、例えば、前記蒸気タービンの主軸から得られる回転動力の用途は制限されないが、例えば、発生動力に適合する適宜容量の発電機の動力として用いて電気エネルギーの回収を行なうことができる。電気エネルギーは、他エネルギーへの変換が容易であるため、任意用途に適用することができる。また内燃機関の吸気や排気を強制的に行なうことにより、機関出力及び効率を上昇させるための補機動力として利用することもできる。更に内燃機関補助機器、例えば、車両搭載内燃機関にあっては、主軸出力の一部で駆動してい

るエアコン機器、冷却系等の機器類の直接駆動を行なうこともできる。

#### 【0017】

【実施例】以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を開示する。図1は、本発明の排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムの基本構成図である。図に於いて、熱交換器1は、蒸気利用系のボイラーに相当するもので、内燃機関のシリンダ頭頂部SH付近に配設される。より詳しくは、熱交換器1の設置位置は、シリンダ頭頂部付近で排気弁の直後の排気管を外装する位置が最も都合が良い。こうして排気ガス温度の最も高い位置での熱交換が可能となる。

【0018】図中2は過熱器であり、内燃機関の排気弁に近接した位置であって最も高温の排気ガスが通過する排気管内に配設する。熱交換器1で発生した作動流体の飽和蒸気は、過熱器2に導入される。飽和蒸気は、この過熱器2を通過する間に加熱され、過熱器導出管2〇から過熱蒸気として送り出される。

【0019】過熱器導出管2〇から送出される過熱蒸気は、蒸気タービン3に導かれてタービン室内で膨張しつつ仕事をし、主軸を回転せしめる。仕事を終えた蒸気タービン3の排出蒸気は、その蒸気排出管3〇から排出され、気・液変換のための復水器4に導入される。

【0020】この蒸気は復水器4内の図示していない蒸気管を通過する間に冷却媒体によって冷却され液化される。従って復水器4の下方の排出管4〇からは作動流体の液相が取り出される。冷却媒体は、通常は水を利用することができるが、沸点の低い作動流体を採用する場合は、空気その他の気体とすることもできる。また、放熱器付きの冷却系を採用することもできる。

【0021】上記のように取り出された作動流体液相は、圧力調整系としての循環ポンプ5により加圧され、熱交換器1に復帰させられる。循環ポンプ5の動力は、蓄電池によって駆動される電動機から得ることもできるが、前記蒸気タービン3の主軸から歯車又はベルト等を介して得ることもできる。蒸気循環ポンプ5で加圧されて熱交換器1に復帰される作動流体は、復帰管5〇の途中がその中を通過する冷却水高温部6により熱を吸収し、高温水となる。

【0022】このような構成に於いて使用される蒸気タービン3は、作動流体蒸気の排気が復水器4に接続される復水タービンであり、作動流体はクローズドシステムとなっている。したがって、装置規模、排気温度、発生動力の利用目的、環境への影響、経済性等を勘案して任意の作動流体を使用することができる。

【0023】図2は、本発明の排気熱利用蒸気駆動アクチュエータシステムの実施例を示した主要部の概要図である。図1と同じ構成要素には同一の符号を付している。この実施例では、熱交換器1は、内燃機関のシリンダヘッド7に直接配設されており、排気弁15の直後の

排気管 8 を外装する状態に構成され、作動流体液相 L が直接加熱される。なお、蒸気タービン 3、復水器 4、循環ポンプ 5、冷却水高温部 6 については、略示するに止める。

【0024】作動流体の蒸気は、熱交換器 1 の上方の蒸気室 19 から作動流体蒸気相 V が取り出され、その後、排気管 8 内を通過する過熱器 2 として機能するスパイラル状細管を通過する間に加熱され、過熱蒸気となる。なお熱交換器 1 の上方の作動流体蒸気相 V には、内燃機関の振動や傾斜により加熱器 2 に液体が混入する事態を回避するために、作動流体の液面上に隔離板 9 を配するのが望ましい。大型内燃機関であって、熱交換器 1 の蒸気室 19 を十分余裕のある形状とし得る場合はこのような配慮は不要となる。

【0025】このような加熱器 1 を有する構造は、熱エネルギーの有効利用を図り、かつ飽和蒸気の場合に湿り蒸気となって蒸気タービン 3 に対して悪影響を及ぼす事態を回避するために、飽和蒸気から過熱蒸気に変成せしめるために採用されるものである。

【0026】この実施例における内燃機関は、それ自体は一般的なもので、クランク室 10 の上方にシリンダ 11、ピストン 12、シリンダヘッド 7 を有する。シリンダヘッド 7 には吸気管 13 が位置し、吸気弁 14 の開放に応じて、ディーゼル機関の場合は空気、ガソリン機関の場合は混合気の吸入が行なわれる。

【0027】またシリンダヘッド 7 には排気管 8 が位置しており、排気弁 15 の開放に応じて、ピストン 12 によってシリンダ 11 内で加圧された高压高温排ガスが放出される。したがってこの排気管 8 には、シリンダ 11 内で爆発的に燃焼したばかりの数 100 度に及ぶ極めて高温の排気ガスが放出され、この周囲に配された熱交換器 1 により最も効果的な熱交換が行なわれる。

【0028】また、シリンダヘッド 7 の上方にはシリンダヘッドカバー 16 があり、吸気弁 14 及び排気弁 15 に対して所定の上下運動を行なわしめるためのカム 17、18 及び関連する機構を保護している。なお、本発明の構造の採用にあたっては、シリンダ 11 及びピストン 12 等は従来構造と同様であり、殆どシリンダヘッド 7 のみを変更することにより対応することができる。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、現在の内燃機関に於い

て不可避とされていた、燃料の保有する総熱量の数 10 %にも及ぶ排気ガス中の廃棄熱量を、排気温度が最高である部位であるシリンダヘッド付近に於いて回収することができ、回収エネルギーから得られた動力を直接又は間接の適宜負荷に対して利用することができる。

【0030】回収エネルギーの利用法を例示すれば、発電機駆動、内燃機関付属機器類の駆動、エアコン類の駆動、内燃機関効率改善装置の駆動源等がある。しかしこれら例示列挙にかかわらず、適宜負荷の動力源として多くの利用が期待できる。

【図面の簡単な説明】

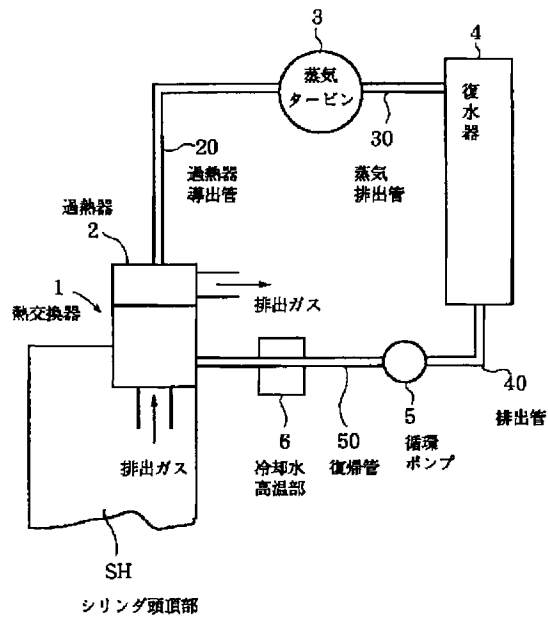
【図 1】一実施例の主要部構成図。

【図 2】一実施例に於ける熱交換器取り付け状態を示した要部構成図。

【符号の説明】

- |    |            |
|----|------------|
| 1  | 熱交換器       |
| 2  | 過熱器        |
| 3  | 蒸気タービン     |
| 4  | 復水器        |
| 5  | 循環ポンプ      |
| 6  | 冷却水高温部     |
| 7  | シリンダヘッド    |
| 8  | 排気管        |
| 9  | 隔離板        |
| 10 | クランク室      |
| 11 | シリンダ       |
| 12 | ピストン       |
| 13 | 吸気管        |
| 14 | 吸気弁        |
| 15 | 排気弁        |
| 16 | シリンダヘッドカバー |
| 17 | カム         |
| 18 | カム         |
| 19 | 蒸気室        |
| 20 | 過熱器導出管     |
| 30 | 蒸気排出管      |
| 40 | 排出管        |
| 50 | 復帰管        |
| L  | 作動流体液相     |
| V  | 作動流体蒸気相    |
| SH | シリンダ頭頂部    |

【図 1】



【図 2】

